

Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН

PONTUS EUXINUS  
ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ XII



**ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ – 2021**

XII Всероссийская научно-практическая конференция молодых учёных с международным участием по проблемам водных экосистем, посвященная 150-летию Севастопольской биологической станции – ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»

Материалы конференции

Севастополь, 20–24 сентября 2021 г.

Севастополь  
ФИЦ ИнБЮМ  
2021

## БИОФИЗИКА И ХИМИЯ МОРЯ

### ОСОБЕННОСТИ АУТИГЕННОГО СУЛЬФИДНОГО МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ В ОСАДКАХ ВЬЕТНАМСКОГО ШЕЛЬФА

Калгин В. Ю., Якимов Т. С., Обжиров А. И.

Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН, г. Владивосток

*Ключевые слова:* донные отложения, пирит, Южно-Китайское море, сульфатредуцирующие бактерии

Одним из уникальных материалов для изучения минеральных ассоциаций, в которых одновременно могут присутствовать соединения серы разной валентности являются донные отложения.

Сера, является реакционноспособным элементом, в зависимости от условий среды может образовывать соединения с различным уровнем восстановленности (от +6 до -2) и, поэтому наряду с железом и марганцем может считаться своеобразным индикатором окислительно-восстановительных процессов, протекающие в водных экосистемах. При этом важно отметить, что в ряду окислительно-восстановительных превращений серы появляется сероводород (и также его производные), что свидетельствует о наиболее восстановительной обстановке [1].

Целью работы является изучить особенности генезиса и распространения сульфидных аутигенных минералов в четвертичных отложениях вьетнамского континентального шельфа и склона. Провести сравнительную характеристику аутигенных сульфидных минералов в осадочных бассейнах Южно-Китайского моря.

Материал был получен в ходе комплексной совместной Российско-Вьетнамской геолого-геофизической и океанографической экспедиции в Южно-Китайском море 88-го рейса НИС «Академик М.А. Лаврентьев» (25.10.2019–08.12.2019 г.). Организаторами морской экспедиции являются Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН и Институт морской геологии и геофизики, ВАНТ. Экспедиция в 88 рейсе НИС «Академик М.А. Лаврентьев» входит в состав серии экспедиций в соответствии Десятилетием ООН, посвященным изучению Мирового океана в интересах устойчивого развития. Работы были выполнены в осадочном бассейне Красной реки (Шонг Хонг), бассейне Фу Хань и в бассейн Нам Кон Сон.

В ходе работы были применены методы оптических исследований, изотопных исследований серы в минералах, рентгеноструктурный и вещественный состав с помощью масс-спектрометрии, а также газогеохимический метод.

В ходе литологических исследований донных отложений Южно-Китайского моря были обнаружены сульфидные конкреции. Станции обнаруженных минералов находились на глубине от 72 до 2400 м. Агрегаты были обнаружены как в окисленном от 0 см до 30–50 см от поверхности дна, так и восстановленном слое от 30–50 см до 4 м на разных глубинах моря. Интенсивное проявление зафиксированы в бассейне Фу Хань, в меньшем количестве Нам Кон Сон и в осадочном бассейне Красной реки. По вещественному составу, а также рентгеноструктурному анализу все изученные образцы биогенного и абиогенного происхождения представлены пиритом.

Макроскопические аутигенные сульфиды представлены 3 видами: сферическими глобулами и их сростками, сульфиды, заполняющие раковины фораминиферов и в

виде удлинённых агрегатов. При увеличении от 25 мкм поверхности агрегатов сложена фрамбоидами с хорошо огранёнными октаэдрическими кристаллами пирита. На станции LV88-20/1GC удлинённые агрегаты достигают до 5 см в длину. Часто трубчатые стяжения имеют внутреннюю полость, что дает возможность предположить о движении жидкости или газа внутри них. Подобное явление можно объяснить хемии (хемосимбиоз). Изучение современной донной фауны показало, что осадки, богатые сероводородом или метаном, могут поддерживать жизнь сульфатредуцирующим бактериям, метаболические свойства которых делают пригодными для дыхания эти ядовитые соединения. Следы хемосимбиоза являются таким образом подводными каналами названных газов и своеобразными «сосудами для культивации бактерий» [2].

Для ряда станций были выполнены изотопные исследования серы в пирите, в основном изотопные метки указывают на биогенное происхождение. Ранее уже были получены положительные изотопные соотношения в Южно-Китайском море. Так на станции 8388 сульфидная конкреция была отобрана в районе современного проявления подводного вулканизма, представляющее собой в структурном плане фрагмент одной из зон сочленения северо-восточных и субмеридиональных структур [3]. В нашем случае на станции LV88-32GC изотопный состав пирита ( $\delta^{34}\text{S} = +1,1$ ) подтверждает его абиогенное происхождение. Станция расположена вблизи зафиксированного пункта теплового потока, где поток составляет  $80\text{--}100 \text{ мВт}\cdot\text{м}^{-2}$  [4]. Также, на тяжелый изотопный состав могло повлиять близкое расположение тектонических разломов.

При наличии сульфидных конкреций в колонке керна наблюдается уменьшение концентрации метана. Так для станций LV88-20/1GC и LV88-32GC по всей длине керна станции наблюдаются незначительные изменения концентрации метана в осадке от  $250 \text{ нМ}\cdot\text{кг}^{-1}$  до  $520 \text{ нМ}\cdot\text{кг}^{-1}$ .

В связи с этим, из полученных результатов следует, что локализация большей части сульфидной минерализации по колонке приходится на восстановленный слой. Генезис сульфидных образований в осадочном бассейне Фу Хань происходит как биогенным, так и абиогенным путем. Сульфидные конкреции трубчатой формы имеют биогенное происхождение за счет хемосимбиоза сульфатредуцирующих бактерий и двустворчатых моллюсков. Крайне малое содержание по колонки керна метана возможно объясняется анаэробным окислением его метаноокисляющими бактериями и создании питательной среды для сульфатредуцирующих бактерий.

*Работа выполнена при поддержке гос. Задания темы № 0211-2021-0006 (Регистрационный номер: 121021500055-0).*

### Список литературы

1. Волков И. И. Геохимия серы в осадках океана. Москва : Наука, 1984. 272 с.
2. Микулаш Р., Дронов А. Палеоихнология: введение в изучение ископаемых следов жизнедеятельности / Геологический ин-т акад. наук Чешской Респ. Прага : Геологический ин-т АНЧР, 2006. 122 с.
3. Астахова Н. В. Аутигенные образования в позднекайнозойских отложениях окраинных морей Востока Азии. Владивосток : Дальнаука, 2007. 244 с.
4. Pollak H. N., Hurter S. J., Johnson J. R. The new global heat flow compilation. Department of Geological Sciences, University of Michigan, U.S.A., 1991.